

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Матвеев П.В.  
 (подпись)      ФИО  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Информационно-измерительная техника и технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	О4 ФИЗИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
1	2	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	экз.
2	3	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	экз.
2	4	3	108	34	34	0	0	74	0	0	74	диф. зач.
ВСЕГО		11	396	170	102	34	34	226	0	0	226	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра О4 ФИЗИКА

Бородина Евгения Григорьевна, к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О4 ФИЗИКА**

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ФИЗИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

*знания:*

на уровне представлений:

- общей физической картины окружающего мира как системы взаимосвязанных физических явлений, различных форм движения материи;

- роли физики как фундамента для изучения дисциплин профессионального цикла, как основу для выделения в своей профессиональной деятельности физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств;

- взаимосвязи теории и эксперимента, служащего базой для формирования теории и подтверждающего её положения.

на уровне понимания:

- смысла таких понятий как: физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, эксперимент, наблюдение, измерение, физическая теория, физический закон;

- фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики;

- физических моделей, используемых при построении теории явления;

- границ применимости теории, построенной на определенной физической модели;

- принципов построения физических экспериментов.

на уровне воспроизведения:

- формулировок физических законов, принципов и постулатов, их математическое выражение по основным разделам физики: физические основы механики, электричества и магнетизма, электродинамики, физики колебаний и волн, оптики, квантовой физики, атомной и ядерной физики;

- методов решения задач по описанию физических явлений;

- методов проведения эксперимента и обработки результатов измерений;

- методики оценки погрешности измеряемых величин.;;;

*умения:*

теоретические:

- определить пути решения поставленной задачи, очертить круг физических законов, знание которых позволит решить данную задачу;

- поставить цель проводимого эксперимента и определить последовательность действий при его проведении.

практические:

- решать типовые задачи по разделам курса физики;

- разбираться в принципах действия физических приборов и способах их применения;

- производить расчеты по результатам измерений;

- оценивать погрешность измеряемых величин;

- анализировать полученные результаты и сопоставлять их с теоретически прогнозируемыми;

- представлять функциональные зависимости физических величин в виде графиков.;;;

*навыки:*

- грамотно и аргументировано излагать собственные мысли, обосновывать свои суждения;

- работать с широким кругом физических приборов и оборудования;

- составлять научные отчеты с грамотными выводами о проделанной работе;

- грамотно использовать современные цифровые технологии;

- работать с литературой и иными источниками информации;..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СИЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 з.е., 396 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1
1	2	<b>Раздел 1. Физические основы механики.</b> 1.1. Кинематика материальной точки (МТ). Система отсчёта (СО). 1.2. Кинематика вращательного движения абсолютно твёрдого тела (АТТ) 1.3. Динамика материальной точки (МТ). Законы Ньютона. Законы Уравнение движения. Неинерциальные СО. Силы инерции 1.4. Силы в механике 1.5. Механическая работа, мощность силы и энергия. 1.6. Физика моментов. Динамика вращательного движения АТТ. 1.7. Законы сохранения в механике 1.8. Элементы механики сплошных сред 1.9. Релятивистская механика.	76	40	20	11	9	36	20
1	2	<b>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</b> 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории газа (МКТ) 2.2. Функции распределения. Классическая и квантовая статистики. 2.3. Основы термодинамики. Термодинамические функции состояния. Три начала термодинамики. Нулевое начало термодинамики 2.4. Адиабата и политропа. Цикл Карно. Принципы построения тепловых машин. 2.5. Энтропия. Термодинамические потенциалы 2.6. Элементы физической кинетики. Явления переноса 2.7. Реальные газы . Уравнение Ван- дер-Ваальса. Фазовые превращения.	68	28	14	6	8	40	20
<b>Всего за 2 семестр</b>			144	68	34	17	17	76	40
2	3	<b>Раздел 3. Электричество.</b> 3.1. Электростатическое поле в вакууме 3.2. Работа сил электрического поля. Потенциальность поля. 3.3. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы 3.4. Диэлектрики в электрическом поле 3.5. Постоянный электрический ток. Правила Кирхгофа.	60	30	14	8	8	30	15
2	3	<b>Раздел 4. Магнетизм. Электромагнетизм.</b> 4.1. Магнитное поле в вакууме. Эффект Холла. 4.2. Теорема о циркуляции и теорема Гаусса для вектора магнитной индукции. 4.3. Магнитное поле в веществе. Диамагнетизм, парамагнетизм. и ферромагнетизм. 4.4. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции (ЭМИ) Фарадея. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля. 4.5. Уравнения Максвелла в интегральной, и дифференциальной форме. Материальные уравнения. 4.6. Принцип относительности в электродинамике.	60	24	12	5	7	36	15
2	3	<b>Раздел 5. Физика колебаний.</b> 5.1. Механические гармонические колебания. Кинематика и динамика гармонических колебаний. Примеры гармонических осцилляторов . Формула Гюйгенса. 5.2. Свободные затухающие колебания. 5.3. Вынужденные колебания гармонического осциллятора под действием синусоидальной силы. 5.4. Электромагнитные гармонические. колебания. Электрический колебательный контур. Формула Томсона.	24	14	8	4	2	10	10
<b>Всего за 3 семестр</b>			144	68	34	17	17	76	40
2	4	<b>Раздел 6. Волновые процессы. Оптика.</b> 6.1. Упругие волны. Звук. Уравнение плоской синусоидальной волны. Вектор Умова для упругой волны. Волновое уравнение. Акустический эффект Доплера 6.2. Электромагнитные волны. Вектор Пойнтинга для электромагнитной волны. Свет как электромагнитная волна. Поперечность электромагнитных волн. 6.3. Волновая оптика. Интерференция и дифракция. Понятие о когерентности волн. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей, формула Вульфа-Брэгга. 6.4. Волновая оптика. Поляризация и дисперсия. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Фазовая и групповая скорость. Закон Малюса. Угол Брюстера. Виды спектров.	54	16	16	0	0	38	10
2	4	<b>Раздел 7. Квантовая физика. Элементы атомной и ядерной физики.</b> 7.1. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Гипотеза Планка. Свойства фотонов. 7.2. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм природы света. 7.3. Экспериментальные данные о структуре атомов. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. 7.4. Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля о. корпускулярно-волновом дуализме частиц вещества. Волны де Бройля. Принцип неопределённости 7.5. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Волновая функция и ее статистический смысл. Принцип суперпозиции. Квантовый гармонический осциллятор. 7.6. Квантово-механическое описание атомов. Стационарное. уравнение Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Характеристические. спектры атомов. Закон Мозли 7.7. Элементы ядерной физики. Элементарные частицы. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. 7.8. Современная физическая картина мира.	54	18	18	0	0	36	10
<b>Всего за 4 семестр</b>			108	34	34	0	0	74	20
<b>Всего по дисциплине</b>			396	170	102	34	34	226	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Физические основы механики.	Занятие 1.1. Кинематические характеристики движения: траектория, перемещение, путь, скорость, ускорение, угловая скорость, угловое ускорение. Занятие 1.2. Динамика материальной точки, законы Ньютона. Силы в механике: сила трения, сила упругости. Закон всемирного тяготения. Неинерциальные системы отсчета, силы инерции. Занятие 1.3. Импульс системы материальных точек. Работа, кинетическая и потенциальная энергия. Законы сохранения импульса и энергии. Занятие 1.4. Динамика поступательного и вращательного движения твердого тела. Занятие 1.5. Тест №1 по теме «Физические основы механики».	9

2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	Занятие 2.1. Уравнение состояния идеального газа – уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение молекулярно–кинетической теории. Молекулярно-кинетический смысл давления и температуры. Занятие 2.2. Распределение Максвелла молекул газа по скоростям. Средние скорости молекул. Распределение Больцмана молекул в силовом потенциальном поле. Барометрическая формула. Занятие 2.3. Первое и второе начала термодинамики. КПД циклических процессов. Энтропия. Занятие 2.4. Тест №2 по теме «Молекулярная физика и термодинамика».	8
<b>Всего за 2 семестр</b>			17
3	Раздел 3. Электричество.	Занятие 3.1. Закон Кулона. Расчет напряженностей электростатических полей и сил взаимодействия в вакууме. Принцип суперпозиции. Занятие 3.2. Теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля в вакууме. Потенциал электростатического поля, связь между напряженностью и потенциалом. Занятие 3.3. Конденсаторы. Энергия электрического поля. Электрическое поле в диэлектриках. Занятие 3.4. Тест №3 по теме «Электростатика».	8
4	Раздел 4. Магнетизм. Электромагнетизм.	Занятие 4.1. Закон Био-Савара-Лапласа в вакууме. Принцип суперпозиции. Расчет магнитной индукции для различных конфигураций токов. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Занятие 4.2. Сила Ампера. Работа при движении проводника с током в магнитном поле. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Занятие 4.3. Магнитный поток. Электромагнитная индукция. Заряд, протекающий в проводнике при возникновении ЭДС индукции. Явление самоиндукции, токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля. Занятие 4.4. Тест № 3 по теме «Электромагнетизм».	7
5	Раздел 5. Физика колебаний.	Занятие 5.1. Свободные, затухающие и вынужденные гармонические колебания. Форма проведения занятия - решение задач в контакте студентов с преподавателем.	2
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
<b>Всего за 4 семестр</b>			0

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Физические основы механики.	Аудиторные часы отведены на сдачу Домашнего задания №1, выполнение и сдачу отчетов по вводной лабораторной работе. Студенты выполняют 3 работы из перечисленных (включая вводную) в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории механики и молекулярной физики. Лабораторная работа №1. Вводная, Измерение ускорения при равноускоренном движении Лабораторная работа №2. Изучение равноускоренного движения на машине Атвуда Лабораторная работа №3. Определение коэффициента трения качения Лабораторная работа №4. Исследование центрального удара шаров Лабораторная работа №5. Определение ускорения свободного падения при помощи математического и обратного маятников Лабораторная работа №6. Исследование динамики вращательного движения твердого тела - Обербек Лабораторная работа №7. Определение момента инерции маятника Максвелла Лабораторная работа №8. Определение момента инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний Лабораторная работа №9. Определение скорости монтажного патрона с помощью баллистического крутильного маятника Лабораторная работа №10. Определение модуля кручения нити и момента инерции систем, совершающей крутильные колебания.	11
2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	Аудиторные часы отведены на сдачу Домашнего задания №2. Студенты выполняют 1 работу из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории механики и молекулярной физики. Лабораторная работа №1. Определение универсальной газовой постоянной методом откачки. Лабораторная работа №2. Определение отношения ( $C_p/C_v$ ) методом звуковых стоячих волн. Лабораторная работа №3. Определение отношения ( $C_p/C_v$ ) методом Клемана и Дезорма. Лабораторная работа №4. Определение отношения ( $C_p/C_v$ ) методом Клемана и Дезорма с помощью установки ФПТ1-6Н. Лабораторная работа №5. Изучение тепловых машин на примере двигателя	6

		Стирлинга. Лабораторная работа № 6. Определение коэффициента вязкости жидкости. Лабораторная работа №7. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. Лабораторная работа №8. Определение теплопроводности воздуха.	
<b>Всего за 2 семестр</b>			17
3	Раздел 3. Электричество.	Аудиторные часы отведены на сдачу Домашнего задания №1 выполнение и сдачу отчетов по вводной лабораторной работе ( Работа с электроизмерительными приборами) и по двум лабораторным работам из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории электричества и магнетизма: Из лабораторного практикума "Электричество" : Лабораторная работа №1. Изучение электростатического поля методом моделирования Лабораторная работа №2 .Законы Кирхгофа Лабораторная работа №3. Исследование зависимости полезной мощности, КПД источника тока и силы тока в цепи нагрузки Лабораторная работа №4. Определение диэлектрических проницаемостей жидкостей и поляризуемости неполярной молекулы резонансным методом Лабораторная работа №5. Определение диэлектрических проницаемостей жидкостей и поляризуемости неполярной молекулы резонансным методом Лабораторная работа №6. Изучение свойств сегнетоэлектрика Лабораторная работа №7. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре	8
4	Раздел 4. Магнетизм. Электромагнетизм.	Аудиторные часы отведены на сдачу Домашнего задания №2 выполнение и сдачу отчетов по одной лабораторной работе из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории электричества и магнетизма. Из лабораторного практикума "Электромагнетизм" : Лабораторная работа №1. Измерение магнитного поля Земли. Лабораторная работа №2. Определение напряжённости магнитного поля в точках оси кругового тока. Лабораторная работа №3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла. Лабораторная работа №4. Исследование петли гистерезиса ферромагнетика. Лабораторная работа №5. Определение взаимной индуктивности двух контуров. Лабораторная работа №6. Изучение явления взаимной индукции.	5
5	Раздел 5. Физика колебаний.	Аудиторные часы отведены на подготовку к выполнению и сдачу отчета по одной лабораторной работе из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории электричества и магнетизма. Из лабораторного практикума "Электричество": Лабораторная работа №4. Определение диэлектрических проницаемостей жидкостей и поляризуемости неполярной молекулы резонансным методом. Лабораторная работа №7 Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре.	4
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
<b>Всего за 4 семестр</b>			0

#### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Физические основы механики.	1. Подготовка к лабораторной работе №4 2. Оформление отчета по лабораторной работе . 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. 4. Подготовка к тесту №3. 5. Подготовка к практическим занятиям по темам № 5, 6. 6. Выполнение Домашнего задания № 2 (задачи по молекулярной физике) 7. Подготовка к диагностической работе №3. Подготовка к лабораторным работам №1, 2,3. Оформление отчетов по лабораторным работам. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к практическим занятиям по темам №1, 2, 3. Выполнение Домашнего задания №1. Подготовка к тестам №1,№2. Подготовка к диагностическим работам №1,№2.	36
2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	1. Выполнение вводной лабораторной работы. Подготовка к лабораторным работам №1 и 2. 2. Оформление отчетов по лабораторным работам . 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам . 4. Подготовка к тестам №1,2. 5. Подготовка к практическим занятиям по темам №1, 2, 3 и 4. 6. Выполнение Домашнего задания №1 (задачи по механике). 7. Подготовка к диагностическим работам №1, 2.	40
<b>Всего за 2 семестр</b>			76



3	Раздел 3. Электричество.	1. Подготовка к лабораторным работам №1,2 2. Оформление отчета по лабораторной работе 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам 4. Подготовка к тестам №1 ,2 5. Подготовка к практическим занятиям по темам №1и 2 6. Выполнение Домашнего задания №1. 7. Подготовка к диагностическим работам №1,№2.	30
4	Раздел 4. Магнетизм. Электромагнетизм.	1. Подготовка к лабораторной работе №4. 2. Оформление отчета по лабораторной работе . 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. 4. Подготовка к тесту №3 5. Подготовка к практическим занятиям по темам №7, 8 (электростатика) 6. Подготовка к практическому занятию по теме №9 (постоянный ток) 7. Выполнение Домашнего задания №2. 8. Подготовка к диагностической работе № 3.	36
5	Раздел 5. Физика колебаний.	1.Подготовка к лабораторной работе №4. 2.Оформление отчета по лабораторной работе 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе.	10
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>76</b>
6	Раздел 6. Волновые процессы. Оптика.	1. Повторение лекционного материала по темам "Физика колебаний" и "Волновые процессы. Оптика". 2. Подготовка к тестам 1 и 2.	38
7	Раздел 7. Квантовая физика. Элементы атомной и ядерной физики.	1. Повторение лекционного материала по темам раздела "Квантовая физика. Элементы атомной и ядерной физики" 2. Подготовка к тесту № 3	36
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>74</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2					Отч. по ЛР, Тест	ДР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР					ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР	
3					Отч. по ЛР, Тест	ДР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР					ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР	
4					Отч. по ЛР, Тест	ДР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР					ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Тест – тест;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- тест;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Механика и молекулярная физика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 620 экз.
2. . Спектры атома. Теория Бора. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
3. . Электромагнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 651 экз.
4. А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. . Задачник по физике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003, 108 экз.
5. Б. М. Яворский, А. А. Пинский. Основы физики. Т. 2 Электродинамика; колебания и волны; основы квантовой физики атомов, молекул и твёрдых тел; физика ядра и элементарных частиц. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1972, 31 экз.
6. В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 276 экз.
7. В. С. Волькенштейн. . Сборник задач по общему курсу физики. СПб.: Кн. мир, 2004, 349 экз.
8. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Т. II Термодинамика и молекулярная физика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 174 экз.
9. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Т. 1 Механика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 138 экз.
10. Д. Д. Белова, Л. И. Васильева, О. С. Комарова. . Молекулярная физика. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 150 экз.
11. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Квантовая оптика. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 26 экз.
12. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
13. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Магнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 222 экз.
14. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Электричество. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 128 экз.
15. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 116 экз.
16. Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 444 экз.
17. Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарева. . Математическая обработка результатов измерений в примерах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 247 экз.
18. Е. Г. Бородин. . Элементы релятивистской механики и космологии. Старый Оскол: ТНТ, 2023, 100 экз.
19. Е. Г. Бородин. . Элементы теории поля в электростатике и электромагнетизме. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 477 экз.
20. Е. Г. Бородин. . Физика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 280 экз.
21. Е. Г. Бородин, А. Н. Старухин. . Квантовая механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
22. Е. Г. Бородин, А. Н. Старухин. . Колебания и волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 426 экз.
23. Е. Г. Бородин, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.
24. Е. Г. Бородин, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 92 экз.
25. Е. Г. Бородин, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
26. И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 1 Механика. Молекулярная физика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 291 экз.
27. И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 279 экз.
28. И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах. Санкт-Петербург: Лань, 2023, эл. рес.
29. И. Е. Иродов. . Задачи по общей физике. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
30. И. Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 10 экз.
31. И. Е. Иродов. . Задачи по общей физике. СПб.: Лань, 2007, 683 экз.
32. Механика и молекулярная физика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
33. Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Т. Н. Князева. . Механика. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 146 экз.
34. С. Г. Калашников. . Электричество. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, 200 экз.
35. Т. И. Трофимова. . Курс физики. М.: Академия, 2008, 49 экз.
36. Ю. Н. Дубнищев. . Колебания и волны. СПб.: Лань, 2011, 7 экз.
37. Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. . Электричество. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 122 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Е. Г. Бородина. . Формирование физической картины мира. Москва: Инфра-Инженерия, 2024, 1 экз.
2. Е. Г. Бородина. . Применение теории поля в электростатике и электромагнетизме. Москва: Инфра-Инженерия, 2024, 1 экз.
3. И. Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007, 3 экз.
4. Л. З. Румшиский. . Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Высшее образование в России;
2. Естественные и технические науки;
3. Информационно-измерительные и управляющие системы;
4. Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки».

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань; <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.; <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система; <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде; [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Установки для проведения лабораторных работ по «механика, молекулярная физика»;
2. Установка для лабораторных работ по "Электричество и магнетизм".

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ФИЗИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественных наук БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики по основным разделам: физические основы механики, электричества и магнетизма, электродинамики, физики колебаний и волн, оптики, квантовой физики, атомной и ядерной физики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- тест;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **11 з.е., 396 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**102 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**226 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 396 ч., из них 170 ч. аудиторных занятий, и 226 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Физические основы механики.</b>		
1. Подготовка к лабораторной работе №4 2. Оформление отчета по лабораторной работе . 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. 4. Подготовка к тесту №3. 5. Подготовка к практическим занятиям по темам № 5, 6. 6. Выполнение Домашнего задания № 2 (задачи по молекулярной физике) 7. Подготовка к диагностической работе №3. Подготовка к лабораторным работам №1, 2,3. Оформление отчетов по лабораторным работам. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к практическим занятиям по темам №1, 2, 3. Выполнение Домашнего задания №1. Подготовка к тестам №1,№2. Подготовка к диагностическим работам №1,№2.	Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Т. 1 Механика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1-3) Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Т. II Термодинамика и молекулярная физика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-3) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-3) Л. З. Румшиский. . Математическая обработка результатов эксперимента: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971 (1-3) . Механика и молекулярная физика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-3) А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. . Задачник по физике: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003 (1-3) Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3) Механика и молекулярная физика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-3) В. С. Волькенштейн. . Сборник задач по общему курсу физики: СПб.: Кн.	36

	<p>мир, 2004 (1-3)</p> <p>Е. Г. Бородина. . Физика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3)</p> <p>Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарева. . Математическая обработка результатов измерений в примерах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-3)</p> <p>Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Т. Н. Князева. . Механика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-10)</p> <p>Е. Г. Бородина. . Формирование физической картины мира: Москва: Инфра-Инженерия, 2024 (1-7)</p> <p>Е. Г. Бородина. . Элементы релятивистской механики и космологии: Старый Оскол: ТНТ, 2023 (1-6)</p>	
Итого по разделу 1		36
<b>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</b>		
<p>1. Выполнение вводной лабораторной работы. Подготовка к лабораторным работам №1 и 2. 2. Оформление отчетов по лабораторным работам . 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам . 4. Подготовка к тестам №1,2. 5. Подготовка к практическим занятиям по темам №1, 2, 3 и 4. 6. Выполнение Домашнего задания №1 (задачи по механике). 7. Подготовка к диагностическим работам №1, 2.</p>	<p>И. Е. Иродов. . Задачи по общей физике: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-3)</p> <p>И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах: Санкт-Петербург: Лань, 2023 (1-3)</p> <p>И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 1 Механика. Молекулярная физика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-3)</p> <p>Д. Д. Белова, Л. И. Васильева, О. С. Комарова. . Молекулярная физика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-8)</p>	40
Итого по разделу 2		40
<b>Раздел 3. Электричество.</b>		
<p>1. Подготовка к лабораторным работам №1,2 2. Оформление отчета по лабораторной работе 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам 4. Подготовка к тестам №1 ,2 5. Подготовка к практическим занятиям по темам №1и 2 6. Выполнение Домашнего задания №1. 7. Подготовка к диагностическим работам №1,№2.</p>	<p>Е. Г. Бородина. . Элементы теории поля в электростатике и электромагнетизме: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1-4)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Электричество: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3)</p> <p>Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. .</p>	30

	<p>Электричество: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-7) Е. Г. Бородина, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-6) Е. Г. Бородина, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-6) Е. Г. Бородина. . Применение теории поля в электростатике и электромагнетизме: Москва: Инфра-Инженерия, 2024 (1-5) Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3) С. Г. Калашников. . Электричество: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 (1-3) Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. . Электричество: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-3)</p>	
Итого по разделу 3		30
<b>Раздел 4. Магнетизм. Электромагнетизм.</b>		
<p>1. Подготовка к лабораторной работе №4. 2. Оформление отчета по лабораторной работе . 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе. 4. Подготовка к тесту №3 5. Подготовка к практическим занятиям по темам №7, 8 (электростатика) 6. Подготовка к практическому занятию по теме №9 (постоянный ток) 7. Выполнение Домашнего задания №2. 8. Подготовка к диагностической работе № 3.</p>	<p>. Электромагнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-3) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Магнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-3) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-3)</p>	36
Итого по разделу 4		36
<b>Раздел 5. Физика колебаний.</b>		
<p>1.Подготовка к лабораторной работе №4. 2.Оформление отчета по лабораторной работе 3. Подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе.</p>	<p>Т. И. Трофимова. . Курс физики: М.: Академия, 2008 (1-3) Ю. Н. Дубнищев. . Колебания и волны: СПб.: Лань, 2011 (1-3) И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.</p>	10



	Устинова, 2007 (1-3) Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3)	
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Волновые процессы. Оптика.</b>		
1. Повторение лекционного материала по темам "Физика колебаний" и "Волновые процессы. Оптика". 2. Подготовка к тестам 1 и 2.	И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах: Санкт-Петербург: Лань, 2023 (1-3) Ю. Н. Дубнищев. . Колебания и волны: СПб.: Лань, 2011 (1-3) Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3) Б. М. Яворский, А. А. Пинский. Основы физики. Т. 2 Электродинамика; колебания и волны; основы квантовой физики атомов, молекул и твёрдых тел; физика ядра и элементарных частиц: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1972 (1-5)	38
Итого по разделу 6		38
<b>Раздел 7. Квантовая физика. Элементы атомной и ядерной физики.</b>		
1. Повторение лекционного материала по темам раздела "Квантовая физика. Элементы атомной и ядерной физики" 2. Подготовка к тесту № 3	. Спектры атома. Теория Бора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-3) И. Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 (1-3) Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Квантовая механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-4) Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-3) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Квантовая оптика: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-3) И. Е. Иродов. . Задачи по общей физике: СПб.: Лань, 2007 (1-5) И. Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 (1-3) В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и	36

	квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3)	
Итого по разделу 7		36

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- тест;
- отчет по ЛР;
- экзамен;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

В семестре предусмотрено выполнение двух индивидуальных домашних заданий.

Домашнее задание «зачтено», если решено не менее 80% задач.

Варианты индивидуальных домашних заданий по разделам курса и требования к их оформлению представлены в УМК дисциплины и выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».

#### Тест

Контроль освоения материала раздела (или части раздела) проводится в форме теста. Варианты тестовых заданий по всем разделам курса представлены в УМК дисциплины. Тесты проводятся в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ». Каждый вариант теста содержит от 6 до 10 заданий, задания соответствуют темам изучаемого раздела курса.

Тест считается сданным, если обучающийся выбрал правильный вариант ответа не менее, чем в 60% заданий.

Варианты тестовых заданий по всем разделам курса представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном виде, на листах формата А4, заполненных с одной стороны. Содержание отчета должно соответствовать шаблону отчета ЛР\*.

ЛР считается принятой, а студент получает за нее отметку «сдано», если

а) при проверке отчета ЛР выполнены следующие требования:

- заполнены сводные таблицы с результатами измерений;
- выполнен расчет значений искомых величин и их погрешностей; правильно представлены окончательные результаты;
- построены необходимые графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к лабораторным работам (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- проведен анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- даны письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой лабораторной работе).

б) при защите ЛР:

- студент в форме краткого сообщения изложил результаты выполненной им ЛР;
- студент в устной форме верно ответил на все вопросы, заданные преподавателем, из числа контрольных вопросов, ответы на которые даны в отчете по ЛР.

Если не выполнено хотя бы одно из выше указанных требований к отчету или дан неверный ответ на вопрос, то отчет подлежит доработке или студенту рекомендуется изучить вопрос, на который он ответил неверно.

\*Шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» и в УМК дисциплины.

#### Экзамен

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена, используются билеты с заданиями. Типы заданий: 2 теоретических вопроса и расчетная задача.

Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся дал полные, исчерпывающие ответы на все теоретические вопросы билета, полностью и верно решил расчетную задачу, может ответить на дополнительный вопрос по теме курса.
- Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся предоставил ответы на все знания в билете, но имеются

ошибочные рассуждения.

- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся верно решил задачу или предоставил ответы только на 2 теоретических вопроса.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не предоставил ответов на задания билета.

Варианты экзаменационных билетов, а также список теоретических вопросов к экзамену представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

#### **Дифференцированный зачет**

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме дифференцированного зачета, используется итоговый тест, содержащий от 12 до 15 заданий. Тест проводится в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ». Тест считается сданным, если обучающийся выбрал правильный вариант ответа не менее, чем в 51% заданий. Критерии пересчета результатов теста в оценку:

- 51 - 74% – зачтено-удовлетворительно;
- 75 - 84% – зачтено-хорошо;
- 85 - 100% – зачтено-отлично.

Варианты тестовых заданий представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

#### **Экзамен**

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена, используются билеты с заданиями. Типы заданий: 2 теоретических вопроса и расчетная задача.

Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся дал полные, исчерпывающие ответы на все теоретические вопросы билета, полностью и верно решил расчетную задачу, может ответить на дополнительный вопрос по теме курса.
- Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся предоставил ответы на все знания в билете, но имеются ошибочные рассуждения.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся верно решил задачу или предоставил ответы только на 2 теоретических вопроса.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не предоставил ответов на задания билета.

Варианты экзаменационных билетов, а также список теоретических вопросов к экзамену представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

Паспорт фонда оценочных средств

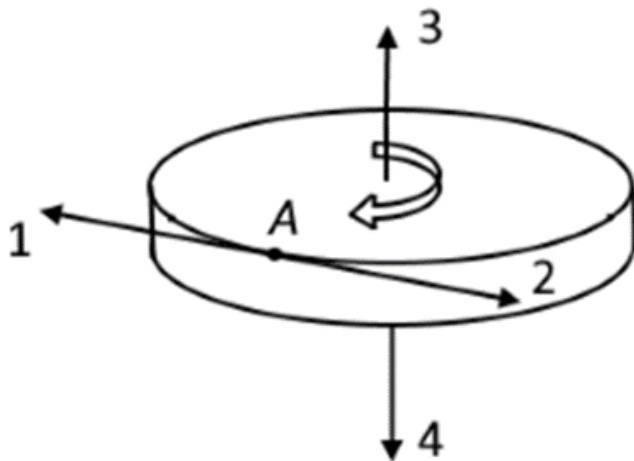
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	
1	2	Раздел 1. Физические основы механики.	76	40	20	11	9	36	20	Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
1	2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	68	28	14	6	8	40	20	Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
Всего за 2 семестр			144	68	34	17	17	76	40	
2	3	Раздел 3. Электричество.	60	30	14	8	8	30	15	Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
2	3	Раздел 4. Магнетизм. Электромагнетизм.	60	24	12	5	7	36	15	Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
2	3	Раздел 5. Физика колебаний.	24	14	8	4	2	10	10	Отчет по ЛР
Всего за 3 семестр			144	68	34	17	17	76	40	
2	4	Раздел 6. Волновые процессы. Оптика.	54	16	16	0	0	38	10	Тест
2	4	Раздел 7. Квантовая физика. Элементы атомной и ядерной физики.	54	18	18	0	0	36	10	Тест
Всего за 4 семестр			108	34	34	0	0	74	20	
Всего по дисциплине			396	170	102	34	34	226	100	

## Критерии оценивания

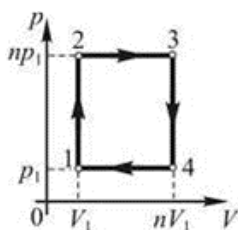
### ОПК-1

Вопросы открытого типа:

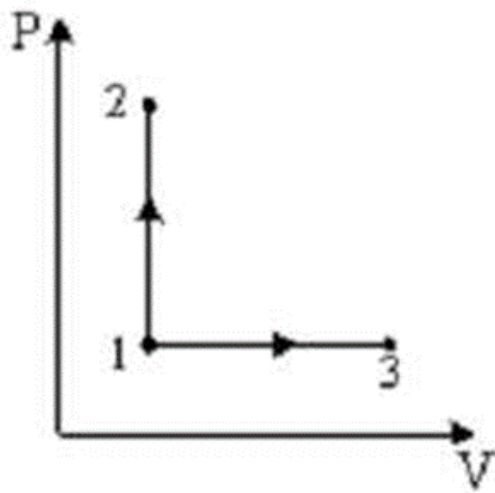
- № 1 Тело массой 5 кг соскальзывает вниз по наклонной плоскости длиной 3 м и углом наклона  $30^\circ$ . Найти работа силы тяжести в Дж.
- № 2 Мяч массой 3 кг, подброшенный вертикально вверх от поверхности Земли, достиг максимальной высоты 10 м. Определите, какую по модулю скорость он имел на высоте 5 м. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ в м/с.
- № 3 Тело массой  $m = \{1\}$  кг брошено с поверхности земли с начальной скоростью  $u_0 = \{4\}$  м/с под углом  $60^\circ$  градусов к горизонту и через некоторое время достигло максимальной высоты. Найти импульс тела  $p$  в данный момент времени. Ответ дать в (кг\*м/с). Сопротивление воздуха не учитывать.
- № 4 Диск радиуса  $R$  вращается вокруг вертикальной оси равноускоренно (см. рисунок). Укажите направление вектора углового ускорения точки  $A$  обода диска.



- № 5 Определить полную кинетическую энергию  $E_{\text{кин}}$  обруча массой  $m = \{2\}$  кг, катящегося без проскальзывания со скоростью  $u_c = \{1\}$  м/с? Ответ выразите в джоулях (Дж) с точностью до целых.
- № 6 Идеальный газ совершает замкнутый цикл 1-2-3-4-1, состоящий из двух изохор и двух изобар. Давление и объем в пределах цикла изменяются в  $n=3$  раз и в состоянии 1 равны соответственно  $p_1 = 2 \cdot 10^5$  Па и  $V_1 = 3$  м<sup>3</sup>. Найти работу газа за цикл (в Дж).

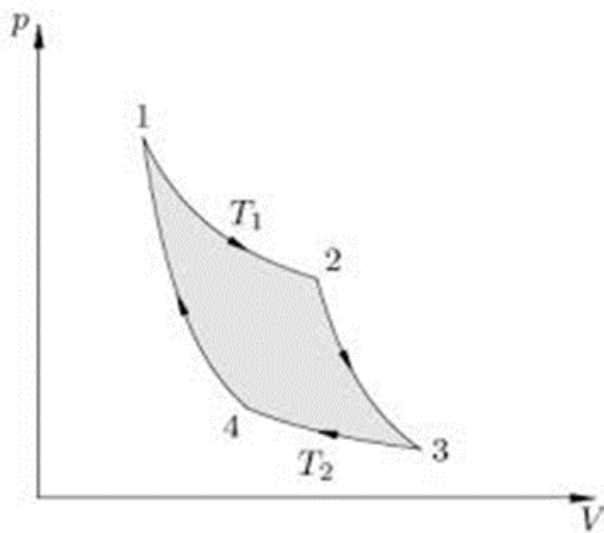


- № 7 Вычислить количество теплоты в Дж, необходимое для нагревания двух молей одноатомного идеального газа на 10 К при постоянном давлении, если при этом газом совершена работа 166 Дж.
- № 8 Молярные теплоемкости паров воды  $H_2O$  (при условии, что связь атомов в молекуле - жесткая) в процессах 1-2 и 1-3 равны соответственно  $C_1$  и  $C_2$ . Вычислите с точность до сотых отношение  $C_1/C_2$ .



№ 9 На рисунке представлен в осях (P,V) цикл Карно идеальной машины. Температура нагревателя  $T_1$ , температура холодильника  $T_2 = \alpha T_1$ , где  $0 < \alpha < 1$ .

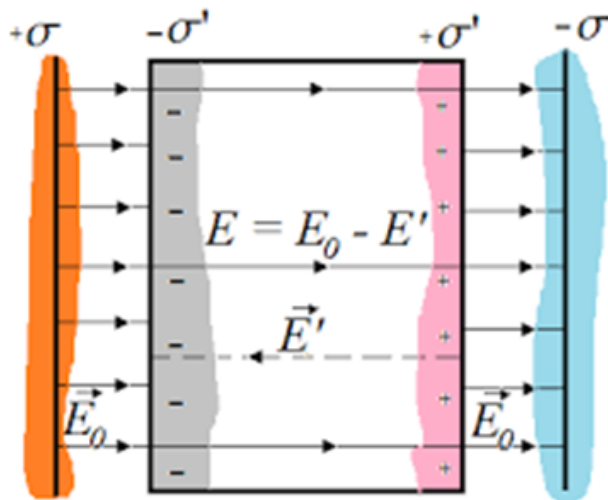
Определите КПД цикла, с точностью до сотых при  $\alpha = \{0,62\}$ .



№ 10 Сформулируйте первое начало термодинамики для адиабатического процесса.

Увеличение \_\_\_\_\_ происходит за счет совершения работы над газом.

№ 11 В поле воздушного конденсатора с напряженностью  $E_0$  параллельно обкладкам введена пластина из диэлектрика, в которой установилось электрическое поле с напряженностью  $E$ . Учитывая изменение густоты силовых линий в зазоре конденсатора и в диэлектрике (см. рисунок), оцените с точностью до сотых диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  диэлектрика

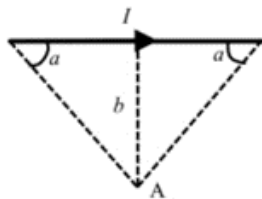


- № 12 Определить в вольтах разность потенциалов на обкладках плоского конденсатора, если напряженность однородного электрического поля внутри конденсатора  $E = \{1,18\} \cdot 10^3$  (В)/м, а расстояние между обкладками  $d = \{4,13\} \cdot 10^{-3}$  м.
- № 13 Найти энергию заряженного до потенциала  $\varphi = \{0,73\} \cdot 10^3$  В металлического шара, если по его поверхности распределен заряд  $q = \{4,91\} \cdot 10^{-6}$  Кл. Ответ выразить в мДж и округлить до сотых.
- № 14 Найти, на каком расстоянии от точечного заряда  $q = \{3,3\}$  нКл напряженность электрического поля  $E = \{3,3\}$  кВ/м ( $k = 9 \cdot 10^9$  м/Ф).

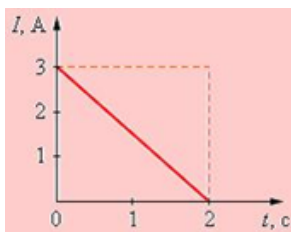
Ответ выразить в м, округлить до тысячных.

- № 15 В центре проводящей сферы радиуса  $R$  находится точечный положительный заряд  $q$ . Вне сферы на расстоянии  $2R$  от центра находится такой же по величине заряд противоположного знака ( $-q$ ). Определить поток вектора напряжённости электростатического поля через поверхность сферы.
- № 16 Найти магнитную индукцию в точке  $A$  (см. рис.), если в проводнике течет ток силой  $\{I\} = 3$  А, расстояние  $\{b\} = 27$  см, а угол  $\alpha = 45^\circ$ .

Ответ выразите в мТл, округлив до сотых.

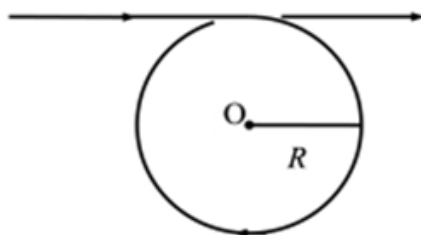


№ 17



На рисунке представлен график изменения силы тока в катушке с индуктивностью  $L = 6$  Гн. Найти модуль ЭДС самоиндукции

- № 18 Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой  $I = 5$  А имеет изгиб (плоскую петлю) радиусом  $R = 0,2$  м (см. рисунок). Определите в точке  $O$  магнитную индукцию  $B$  поля, создаваемого этим током. Ответ выразите в мТл. Запишите ответ с точностью до десятых.

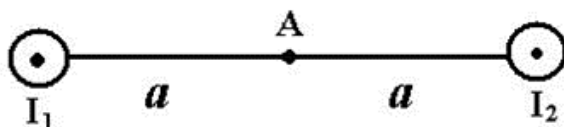


- № 19 Дополните утверждение и запишите его в ответ.

Магнитное поле создается в вакууме двумя длинными параллельными прямолинейными проводниками, перпендикулярными к плоскости рисунка, по которым текут токи  $I_1$  и  $I_2$ , направленные на нас. Если

$I_1 = 2I_2$ , то вектор магнитной индукции в точке  $A$  направлен \_\_\_\_\_





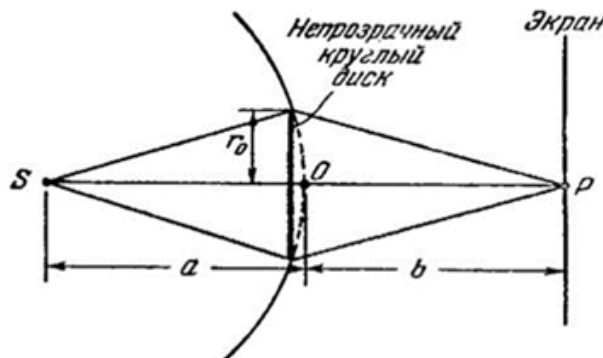
- № 20 Найти модуль ЭДС индукции, возникающей в замкнутом контуре площадью  $S = \{5,3\} \text{ см}^2$ , если индукция магнитного поля изменяется со временем по закону  $B = kt$  Тл, где  $k = \{3,3 \cdot 10^{-3}\}$ , угол между силовыми линиями и нормалью к контуру равен  $\alpha = 60^\circ$ . Расчет провести в СИ, результат округлить до сотых.
- № 21 Частица массой 2 г колеблется вдоль оси  $x$  по закону  $x = b \cos(6t + \pi/3)$  (см). Чему равна энергия частицы?

В ответ написать значение энергии в мкДж с точностью до сотых

- № 22 В колебательном контуре заряд на обкладках конденсатора изменяется по закону:  $q = A \cos(\omega t + \pi/3)$  Кл. Где  $A = \{2,32\}$  Кл,  $\omega = \{1,78\} \text{ с}^{-1}$ . Чему равно в амперах амплитудное значение силы тока в катушке?

В ответ записать число с точностью до сотых.

- № 23 На круглый непрозрачный диск падает по нормали сферическая световая волна. Точка наблюдения  $P$  находится на оси, проходящей через центр диска на некотором от него расстоянии. Определите: темное или светлое пятно наблюдается в центре дифракционной картины, если экран закрывает 6 зон Френеля?



В ответ запишите нужное слово.

- № 24 На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны 450 нм. Ширина решетки 4 см, общее число щелей 10000. Наибольший порядок спектра, который можно получить с помощью этой решетки равен...
- № 25 На щель шириной  $a = 6\lambda$  нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda$ . Под каким углом дифракции  $\phi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум.

Ответ записать в градусах (например:  $18^\circ$ )

- № 26 Определить в мкм длину волны, отвечающую максимуму излучательной способности абсолютно черного тела при температуре 352 К. Постоянная в законе смещения Вина  $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ .

В ответ записать число с точностью до сотых.

- № 27 Определить в вольтах задерживающую разность потенциалов внешнего электрического поля, если энергия падающих на фотокатод фотонов равна 9,83 эВ. Работа выхода для данного фотокатода равна 1,91 эВ.

В ответ написать только число с точностью до сотых

- № 28 Фотон рентгеновского излучения с энергией 320 кэВ при взаимодействии с покоящимся электроном передал ему 24% своей энергии. Определить энергию рассеянного фотона.

Ответ записать в кэВ, округлив до целых.

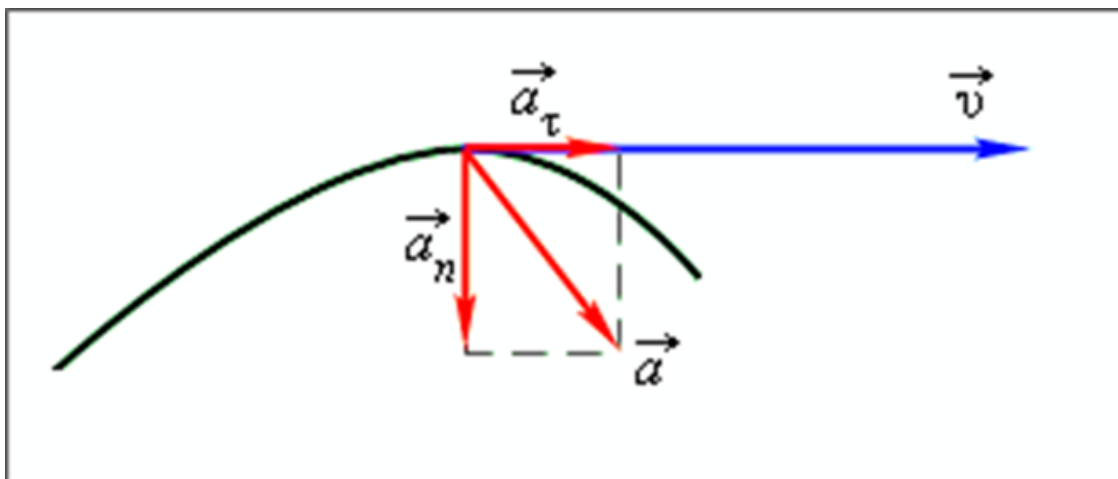
- № 29 Фотон выбивает из атома водорода электрон с кинетической энергией  $E_k = \{3\} \text{ эВ}$ . Вычислить энергию фотона в эВ, если атом водорода находился в возбужденном состоянии с квантовым числом  $n=2$ . Энергия электрона в атоме водорода в основном состоянии равна -13,6 эВ

- № 30 В опытах Дэвиссона и Джермера параллельный пучок нерелятивистских электронов, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U$ , направлялся на кристалл никеля. При некотором значении  $U$  длина волны де Бройля электронов равнялась 36 пм. Если разность потенциалов  $U$  увеличить в 2 раза, то длина волны де Бройля электронов будет равна \_\_\_\_\_.

Ответ записать в пм с точностью до целых

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Рассмотрите изображение, установите соответствие векторных величин и их физического смысла.



1. тангенциальное ускорение

2. нормальное ускорение

3. ускорение

А. Характеризует быстроту изменения вектора скорости

Б. Характеризует изменение вектора скорости по величине

В. Характеризует изменение вектора скорости по направлению

№ 2 Точка М движется равномерно по свертывающейся плоской спирали. Как изменяется модуль ускорения точки?



1. не изменяется

2. уменьшается

3. увеличивается

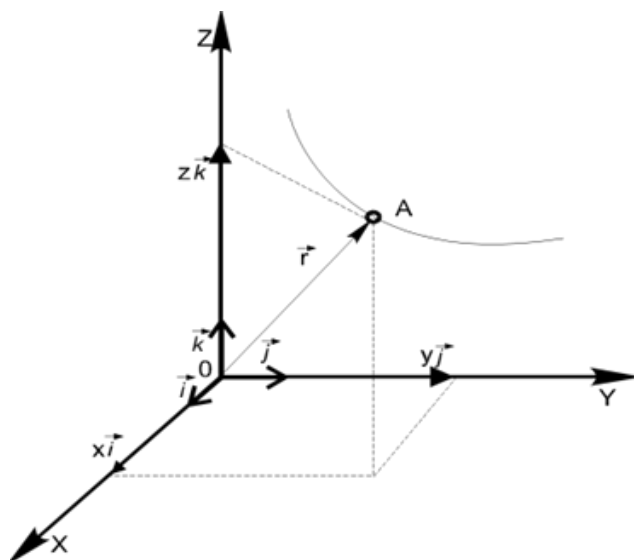
№ 3 Следствием изотропности пространства является закон сохранения

1. импульса

2. энергии

3. момента импульса

№ 4 Конец радиуса-вектора описывает при движении материальной точки А:



1. траекторию движения
2. пройденный путь
3. перемещение

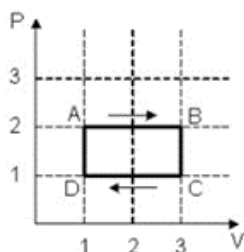
№ 5 Тело массой  $m$  движется со скоростью  $v$ , абсолютно неупруго сталкивается с телом массой  $2m$ , которое покоится. Определите с какой скоростью движутся тела после столкновения.

1.  $v/2$
2.  $v/3$
3.  $v$
4.  $3v$

№ 6 На  $(P, V)$  диаграмме изображен циклический процесс идеального газа. На участках DA-AB температура:

- 1 - На DA повышается, на AB понижается
- 2 - понижается
- 3 – на DA понижается, на AB повышается
- 4 - повышается

Выберите один ответ.



№ 7 Тепловая машина работает по циклу Карно. Если температуру нагревателя и холодильника уменьшить на одинаковую величину  $\Delta T$ , то КПД цикла... Выберите один ответ:

- 1 - Ответ неоднозначен
- 2 - Уменьшился
- 3 - Увеличился
- 4 - Не изменился

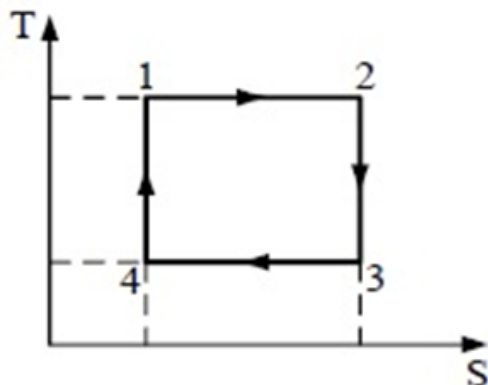
№ 8 Если  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии идеального газа,  $A$  – работа газа,  $Q$  – количество теплоты,

сообщаемое газу, то для изотермического сжатия газа справедливы соотношения\_\_\_\_\_.

Выберите один ответ:

1.  $Q < 0; A > 0; \Delta U = 0$
2.  $Q < 0; A < 0; \Delta U = 0$
3.  $Q = 0; A > 0; \Delta U < 0$
4.  $Q < 0; A < 0; \Delta U < 0$

№ 9

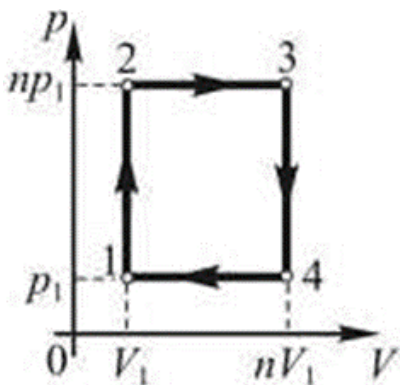


На рисунке изображен цикл Карно в координатах  $(T, S)$ , где  $S$ -энтропия. Адиабатное расширение происходит на участке \_\_\_\_\_.

Выберите номер ответа:

1. 1 – 2
2. 4 – 1
3. 2 – 3
4. 3 – 4

№ 10 Идеальный газ совершает замкнутый цикл 1-2-3-4-1, состоящий из двух изохор и двух изобар. Как давление, так и объем в пределах цикла изменяются в  $n$  раз. Если давление и объем в состоянии 1 равны соответственно,  $P_1$  и  $V_1$ , то работа газа за цикл равна ...



Выберите один ответ:

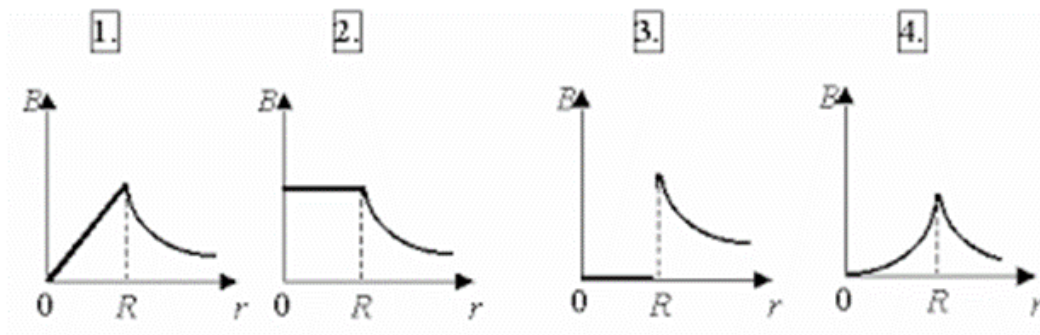
1.  $A = P_1 V_1 * (n-1)$
2.  $A = P_1 V_1 * n$
3.  $A = P_1 V_1 * (n-1)^2$
4.  $A = P_1 V_1 * n^2$

№ 11 Осью конуса, радиус основания которого равен 10 см, является равномерно заряженная нить с линейной плотностью заряда  $\lambda = 8,85$  нКл/м. Высота конуса  $h = 15$  см. Поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность этого конуса в СИ будет равен...

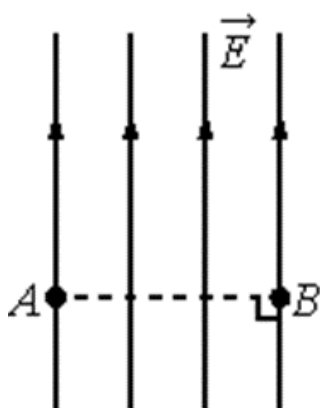
Выбрать один ответ:

1. 0,15
2. 1.5
3. 15
4. 150

№ 12 Какой номер рисунка соответствует зависимости напряженности электрического поля от радиального расстояния  $E=E(r)$  равномерно заряженного по объёму непроводящего шара радиуса  $R$ ?



№ 13 На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля. Как изменяется потенциал этого поля при перемещении из точки А в точку В, если отрезок АВ перпендикулярен линиям напряжённости?



Выберите один ответ:

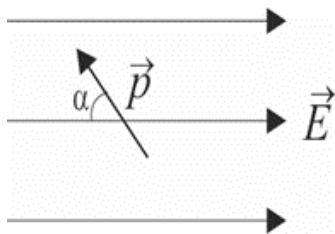
1. не изменяется
2. повышается
3. понижается
4. изменение потенциала зависит от знака перемещаемого заряда

№ 14 В трех вершинах квадрата со стороной  $a = 0,3\text{ м}$  находятся точечные заряды  $q = 0,001\text{ мкКл}$ . Определить В СИ модуль напряженности поля в четвертой вершине квадрата.

Выберите один ответ:

1. 500 В/м
2. 191 В/м
3. 250 В/м
4. 300 В/м

№ 15 Электрический диполь с дипольным моментом  $\mathbf{p}$  помещен в однородное электрическое поле с напряженностью  $\mathbf{E}$ . При каком значении угла  $\alpha$  энергия диполя будет минимальной?



Выберите один ответ, укажите его номер:

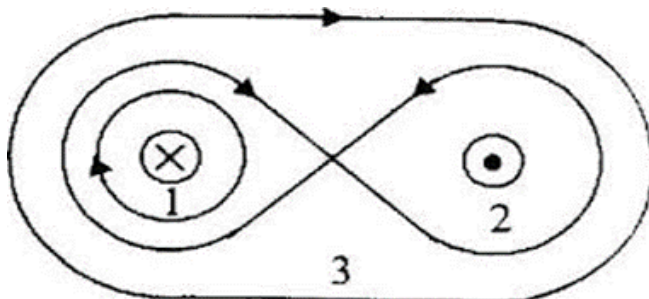
1.  $\pi$
2.  $\pi/4$
3.  $\pi/2$
4. 0

№ 16 На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников, перпендикулярных плоскости рисунка, с одинаково направленными токами, причем  $J_1 = 2J_2$ . Вектор индукции магнитного поля равен нулю в некоторой точке на участке ...



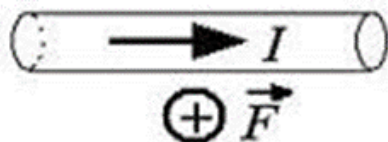
- 1 - a
- 2 - c
- 3 - b
- 4 - d

№ 17 Циркуляция вектора магнитной индукции по замкнутому контуру равна нулю. Выберите для какого контура это утверждение верно?



1. Контур в виде восьмерки 2
2. Кругового контура 1
3. Для всех
4. Овального контура 3

№ 18 В однородном магнитном поле на горизонтальный проводник с током, направленным вправо, действует сила Ампера, направленная перпендикулярно плоскости рисунка от наблюдателя. При этом линии магнитной индукции поля направлены...



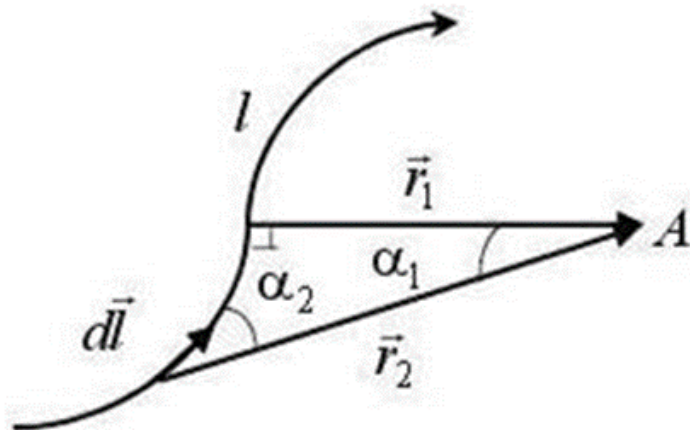
- 1 – вправо

2 - вниз

3 – вверх

4 – влево

№ 19 Закон Био-Савара-Лапласа определяет магнитную индукцию  $d\vec{B}$  поля, создаваемого линейным элементом проводника  $d\vec{l}$  с током  $I$  в некоторой точке  $A$ . Какой радиус-вектор и угол, изображенные на рисунке, входят в формулу?



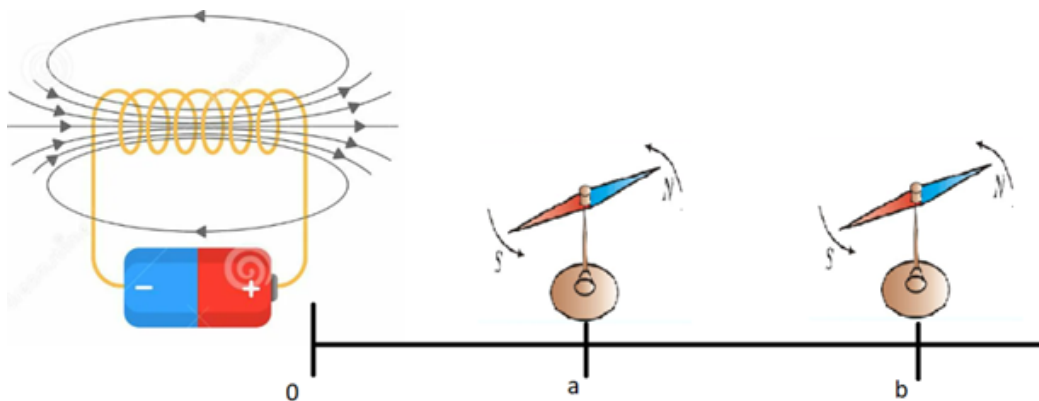
1.  $r_1$  и  $\alpha_1$

2.  $r_2$  и  $\alpha_2$

3.  $r_1$  и  $\alpha_2$

4.  $r_2$  и  $\alpha_1$

№ 20 На какой из компасов магнитное поле контура будет действовать сильнее



1. a

2. b

3. одинаково

№ 21 Электромагнитная волна с частотой  $6 \cdot 10^{14}$  Гц распространяется в стекле со скоростью  $V = 2,4 \cdot 10^8$  м/с. Скорость распространения света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с. Какова была бы длина этой волны, если бы она распространялась в вакууме?

Выберите один ответ

1. 5 нм

2. 0,5 мкм

3. 500 мкм

4. 50 нм

№ 22 Для некоторой волны ее волновое число  $k = 0,2$  рад/м. Чему равна в метрах длина волны.

Выберите один ответ.

1. 15,70 м
2. 31,40 м
3. 1,26 м
4. 5,00 м

№ 23 Расстояние между двумя точками плоской гармонической волны равно четверти длины волны. Определить (по модулю) разность фаз колебаний между этими точками.

Выберите один ответ.

1.  $\pi/3$
2.  $\pi/4$
3.  $\pi/2$
4.  $2\pi/3$

№ 24 Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси ОХ, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 (t - x/500)$ . Длина волны в м равна ...

1.  $3,14 \cdot 10^3$
2. 1000
3. 6,28
4. 500

№ 25 При уменьшении в 2 раза амплитуды колебаний векторов напряженности электрического **Е** и магнитного **Н** полей плотность потока энергии

1. уменьшится в 2 раза
2. останется неизменной
3. уменьшится в 4 раз
4. нет правильного ответа

№ 26 Фотокатод освещается один раз красным светом, другой раз – синим. В каком случае скорость вышедших с поверхности катода электронов больше, если фотоэффект наблюдается в обоих случаях?

Выберите один ответ:

1. скорость фотоэлектронов одинакова в обоих случаях
2. при освещении синим светом
3. при освещении красным светом
4. скорость фотоэлектронов не зависит от частоты света

№ 27 Установите соответствие между номерами и предложенными частями формулы эффекта Комптона.

$$1 = 2 - 3 = 4 \cdot (5 - 6)$$

- А.  $\cos \Theta$
- Б.  $\lambda$
- В.  $\lambda'$
- Г. 1
- Д.  $\Delta\lambda$



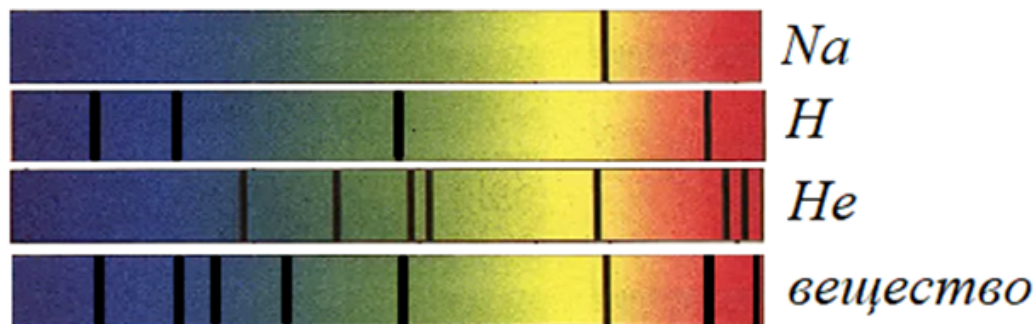
Е. λс

№ 28 Если при переходе из возбужденного состояния в основное атом водорода испустил фотон с длиной волны  $121,6 \cdot 10^{-9}$  м, то в результате этого перехода радиус орбиты электрона в атоме \_\_\_\_\_.

Выберите один ответ:

1. уменьшился в 2 раза
2. уменьшился в 8 раз
3. уменьшился в 4 раза
4. уменьшился в 16 раз

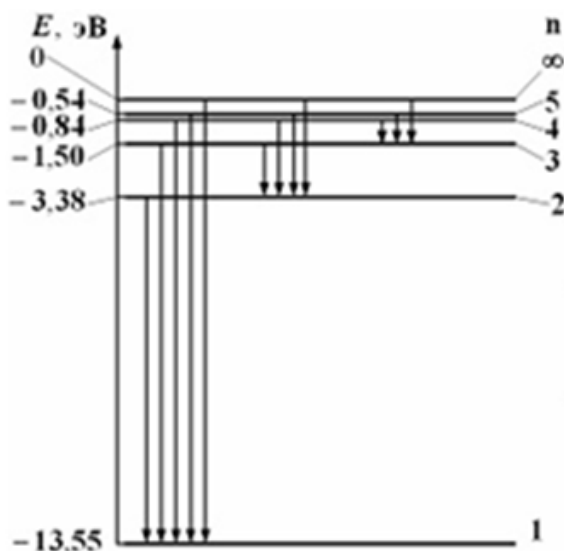
№ 29 На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества и спектры поглощения атомарных паров известных элементов.



Проанализировав спектры, можно утверждать, что неизвестное вещество содержит:

1. только водород (H) и гелий (He)
2. только натрий (Na) и водород (H)
3. водород (H), гелий (He) и натрий (Na)
4. натрий (Na), водород (H) и другие элементы, но не гелий (He)

№ 30 На рисунке представлен фрагмент диаграммы энергетических уровней атома водорода.



Минимальный импульс имеет фотон, излучаемый при переходе:

1. С уровня 5 на уровень 3
2. С уровня 4 на уровень 3
3. С уровня 2 на уровень 1
4. С уровня 3 на уровень 2